

# **LIGHT EMITTING DEVICE HAVING LIGHT EMITTING SURFACE OF CONCAVE LENS AND METHOD FOR MANUFACTURING THEREOF**

**Patent number:** KR20030031043 (A)  
**Publication date:** 2003-04-18  
**Inventor(s):** KIM HYEON MIN [KR]; KIM YEONG HWAN [KR]; OH YEONG SIK [KR] +  
**Applicant(s):** LUMIMICRO CORP LTD [KR] +  
**Classification:**  
 - international: **H01L33/00; H01L33/00;** (IPC1-7): H01L33/00  
 - european:  
**Application number:** KR20030014870 20030310  
**Priority number(s):** KR20030014870 20030310

## **Abstract of KR 20030031043 (A)**

**PURPOSE:** A light emitting device having the light emitting surface of concave lens and method for manufacturing thereof are provided to realize high brightness characteristics by forming the light emitting surface in the shape of a concave lens while controlling the angle thereof, and protecting the light emitting surface from the alien materials through cleaning the light emitting surface using a surface active agent. **CONSTITUTION:** A light emission device includes a metallic terminal unit(7) with a plurality of terminals for the electrical connection, one or more light emission diode chips(5), a bond wire(4) electrically connecting the metallic terminal unit(7) to the light emission diode chip(5), and a light transmission resin unit(9) sealing the light emission diode chip(5). The light emission face of the light transmission resin unit(9) for finally discharging the light emitted from the light emission diode chip(5) is a shape of a concave lens.

---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)대한민국특허청(KR)  
(12)공개특허공보(A)

(51) Int. CL.<sup>7</sup>  
H01L 33/00

(11) 공개번호  
(43) 공개일자  
특2003-0031043  
2003년04월18일

(21) 출원번호  
(22) 출원일자  
10-2003-0014870  
2003년03월10일

(71) 출원인  
루미마이크로 주식회사  
경기도 의왕시 고천동 332-44 번지, 대한민국  
(72) 발명자  
김현민  
경기도수원시장안구조원동519-55, 대한민국  
오영식  
경기도수원시팔달구매탄동1258번지, 대한민국  
김영환  
경기도용인시기흥읍서천리현대홈타운105동903호, 대한민국  
(74) 대리인  
박건우, 연충규  
심사청구 : 있음

(54) 오목렌즈 발광면을 갖는 발광 소자 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 오목렌즈 발광면을 갖는 발광 소자 및 그 형성 방법에 관한 것으로서, 발광 다이오드 칩을 사용하는 발광 소자에 있어서, 고효율, 고휘도 및 고신뢰성 광원을 얻기 위하여 그 발광면을 오목렌즈로 형성시키는 방법과 그 방법에 의하여 제조된 발광 소자에 관한 것이다. 본 발명의 발광 다이오드 소자는, 전기적 접속을 위한 복수개의 단자를 포함하는 금속 단자부; 발광다이오드 칩; 금속 단자부와 발광다이오드 칩을 전기적으로 접속하는 본드 와이어; 및 발광다이오드 칩을 밀봉하는 광투과성 수지부를 포함하며, 광투과성 수지부는 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)의 적어도 일부가 오목렌즈를 구성하는 것임을 특징으로 한다.

대표도

도2

색인어

발광 소자, 발광 다이오드, LED, 백색 LED, 형광물질, 절화갈륨

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술의 수지 수납형 발광 소자의 한 예를 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 오목렌즈 발광면을 갖는 발광 소자의 한 실시예를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 실시예에 있어서, 오목렌즈 각도( $\phi$ )와, 발광면과 와이어 루프 사이의 거리(d)를 나타내는 도면이다.

도 4a는 도 2의 실시예에 있어서, 발광면의 오목렌즈 형성 과정 중 초기의 수납부내 에폭시 수지를 나타내는 단면도이다.

도 4b는 도 2의 실시예에 있어서, 발광면의 오목렌즈 형성 과정 중 감압 및 진공 회전을 통해 수포가 제거된 상태를 나타내는 단면도이다.

도 4c는 도 2의 실시예에 있어서, 발광면의 오목렌즈 형성 과정 중 고상 수지의 용해에 따른 부피감소가 수지 수납부의 중앙부에서 선 진행된 상태를 나타내는 단면도이다.

도 4d는 도 2의 실시예에 있어서, 발광면의 오목렌즈 형성 과정 중 마지막 과정으로 수지 수납부 내벽에 존재하는 고상 수지의 용해가 진행된 상태를 나타내는 단면도이다.

도 5는 도 2의 실시예에 있어서, 오목렌즈 각도( $\phi$ )에 따라 방출되는 출력광의 세기(intensity)를 측정하여 상대적으로 비교한 결과이다.

도 6은 본 발명의 실시예(A)와 종래 기술(B,C)의 발광 소자의 경우에 각각 고온, 고습 동작 시험 전, 후의 출력광 세기 변화율을 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예(A)와 종래 기술(B,C)의 발광 소자의 경우에 각각 상온 가속 동작 시험 전, 후의 출력광 세기 변화율을 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 발광 소자 제조 방법의 한 실시예를 설명하는 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 발광 소자 제조 방법의 실시예에서, 오목렌즈 형성 공정을 설명하는 흐름도이다.

도 10a 및 10b는 표시등 등에 응용되는 본 발명의 발광 소자의 다른 실시예들을 예시한다.

도 11a 및 11b는 옥외 전광판용 풀 컬러 LED 등에 응용되는 본 발명의 발광 소자의 또 다른 한 실시예의 단면과 상면을 예시한다.

도 12a 및 도 12b는 휴대폰 등의 후레시 용으로 응용되는 본 발명의 발광 다이오드 소자의 또 다른 한 실시예의 단면과 상면을 예시한다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야 종래기술

본 발명은 오목렌즈 발광면을 갖는 발광 소자 및 그 형성 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 발광 다이오드 칩을 사용하는 발광 소자에 있어서, 고효율, 고휘도 및 고신뢰성 광원을 얻기 위하여 그 발광면을 오목렌즈로 형성시키는 방법과 그 방법에 의하여 제조된 발광 소자에 관한 것이다.

발광 다이오드(LED)는 후레쉬용 고휘도 광원, 휴대용 전자제품(휴대폰, 캠코더, 디지털카메라 및 PDA)에 사용되는 액정 디스플레이(LCD)의 후 광원(back light), 전광판용 광원, 조명 및 스위치조명 광원, 표시등, 교통신호등의 광원으로 그 사용 범위가 날로 확대될 전망이므로 관련 기술 개발이 가속되고 있다.

최근 직접 천이형 화합물 반도체(GaN 등)를 이용하여 고휘도 청색광의 발광이 가능한 발광다이오드가 개발되었다. 이러한 발광다이오드 칩(chip)에서 방출된 청색광의 일부를 흡수하여 황색, 핑크 또는 붉은색의 발광이 가능한 형광 물질인 무기물계 형광물질 또는 유기물계 형광물질을 이용하여 넓은 범위 내에서 색온도가 조절될 수 있는 백색 발광다이오드(white LED)가 개발되어 발광다이오드를 광원으로 널리 응용할 수 있게 되었다. 이러한 백색 발광다이오드는 현재 특히 모바일(mobile) 기기에서 액정 디스플레이의 후광원으로 사용되고 있다.

도1 은 종래 기술의 수지 수납형 발광 소자의 한 예를 나타내는 도면이다.

도 1의 수지 수납형 발광 소자는 외부와의 연결을 위한 리드 프레임(lead frame)을 구성하는 금속 베이스부(6, 7)와, 다이 본딩(5)에 의하여 금속 베이스부(7) 위에 실장된 발광다이오드 칩(8)과, 금속 베이스부(7)와 발광다이오드 칩(8)을 전기적으로 접속하는 와이어 본딩(4)과, 상기 발광다이오드 칩(8)으로부터 방출되는 빛을 반사하여 상방으로 방출시키도록 구성된 백색패키지(1)로 이루어진다.

백색 패키지(1)는 도 1에 도시된 바와 같이, 그 바닥에 발광다이오드 칩(8)의 실장이 가능하도록 된 함몰부(recess)를 가지며, 함몰부는 형광 물질이 분산된 광투과성 에폭시 수지(10)로 채워진다. 에폭시 수지(10)는 투과성이 좋고, 내광성, 내습성, 내열성이 우수하고 생산라인에서의 대량 생산용 장치에서의 사용에 적합한 것이어야 한다.

상기 백색패키지(1)는 그 표면(3)에서 광반사율이 높고 광흡수율이 낮아야 한다. 도 1의 구조를 갖는 종래 기술의 수지 수납형 발광 소자에서 광방출 효율을 감소시키는 몇 가지의 광흡수 기구가 존재한다. 발광다이오드 칩(8)으로부터 방출되는 광은 에폭시 수지(10)를 통과하면서 에폭시 수지(10) 내에 분산되어 있는 형광 물질 입자를 여기시키고 형광 물질의 입자의 특성에 따라 여러 파장의 빛이 방출되게 된다. 이러한 과정에서, 형광 물질의 광변환 효율은 100

%가 아니므로 소정의 광손실이 발생하고, 광이 에폭시 수지를 통과할 때 에폭시 수지에서 일정한 양의 광흡수가 발생하며, 이러한 광흡수의 정도는 광의 이동 경로가 커지면 더욱 커지게 된다.

또한, 광이 백색 패키지(1)의 함몰부의 내벽에 도달하였을 때, 그 표면에서 소정의 광흡수가 발생하게 된다. 특히, 표면에 점, 선 및 면 결함(defect) 등이 존재하는 경우 이러한 결함에 의해 함몰부 표면에서의 광흡수는 더욱 커지게 된다. 또한, 함몰부에서 반사될 때에도 일정한 양의 광흡수가 발생하게 된다.

그 외에도, 에폭시 수지(10)를 통과하여 그 경계면(2)에서 굴절되어 외부로 방출되는 과정에서 경계면(2)에서 표면 결함에 의한 소정의 손실이 발생하는 것이 알려져 있다.

발광다이오드는 소비 전력이 낮고, 광변환 효율이 높다는 장점을 갖고 있다. 따라서, 저 소비 전력 특성을 필요로 하는 모바일 기기 등에 이용되기에 가장 적합한 광원이다. 그러므로, 이러한 발광다이오드의 장점을 극대화시켜 더욱 좋은 광방출 효율을 갖도록 함으로써 더욱 그 응용 범위를 확대할 수 있다.

그러므로 발광다이오드의 광방출 효율을 극대화하기 위해서는 위와 같은 여러 가지의 손실 기구에 대하여 상세히 검토하고 그 각각의 원인을 해소할 수 있는 방안을 찾는 것이 무엇보다 중요하다. 본 발명자의 실험 및 분석에 의하면, 이상 살펴본 여러 가지의 광 손실 과정 중에서 가장 큰 것은 백색 패키지(1) 함몰부 벽면에서의 손실인 것으로 관측되었다.

따라서, 본 발명자는 이러한 관찰에 기초하여, 백색 패키지(1) 함몰부 벽면에서의 손실을 줄일 수 있는 새로운 구조의 발광 다이오드 및 그 형성 방법을 이하와 같이 도출하였다.

또한, 발광다이오드를 모바일 기기에 사용되는 액정 디스플레이의 백 라이트나 또는 후레시 등으로 사용하기 위해서는 방출되는 빛이 어느 정도 직진성을 가져야 한다. 도 1과 같은 종래 기술의 수지 수납형 다이오드에서는 에폭시 수지 경계면(2)이 단순 평면으로 제작되어 있어 방출되는 빛의 경로를 제어할 수 없다.

그리고, 발광다이오드에서 방출되는 열은 수지 수납형 발광 소자의 형광체 및 에폭시 수지의 변성을 촉진하여 결국 수지 수납형 발광 소자의 수명을 단축시키는 요인이 될 수 있다. 따라서, 발광다이오드에서 방출되는 열을 효과적으로 외부로 방출하도록 하는 것이 중요하며 이를 고려한 새로운 구조가 본 발명자에 의하여 제공된다.

#### **발명이 이루고자하는 기술적 과제**

본 발명은 직접 천이형 화합물 반도체를 이용한 수지 수납형 발광 소자에 대한 고휘도, 내광성, 내습성, 내열성, 생산성 등의 여러 가지 요구를 만족시키기 위한 것으로서, 첫째로, 본 발명은 고휘도, 고광량 및 고효율을 갖는 새로운 구조의 발광 소자를 제공하기 위한 것이다.

둘째로, 본 발명은 고온 수명, 고습 수명이 우수한 새로운 구조의 발광 소자를 제공하기 위한 것이다.

셋째로, 본 발명은 수지 수납형 발광 소자에서 광 경로를 오목렌즈 각도 제어기술을 통해 임의로 조정하는 방법을 제공하고, 이 방법을 적용하여 반사율을 줄이고 굴절율을 극대화하여 고휘도의 발광이 가능한 수지 수납형 발광 소자를 제공하기 위한 것이다.

#### **발명의 구성 및 작용**

상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 한 특징에 의한 발광 다이오드 소자는, 전기적 접속을 위한 복수개의 단자를 포함하는 금속 단자부; 발광다이오드 칩; 상기 금속 단자부와 상기 발광다이오드 칩을 전기적으로 접속하는 본드 와이어; 및 상기 발광다이오드 칩을 밀봉하는 광투과성 수지부를 포함하며, 상기 광투과성 수지부는 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)의 적어도 일부가 오목렌즈를 구성하는 것임을 특징으로 한다.

바람직하게는, 상기 발광 소자는, 상기 발광다이오드 칩의 외함을 이루며, 그 하부에 발광다이오드 칩이 실장되는 함몰부를 가지며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광의 일부를 상기 함몰부 벽면에서 반사하여 외부로 방출시키도록 하는 패키지를 더 포함하며, 상기 광투과성 수지부는 상기 함몰부를 채우며, 상기 광투과성 수지부에 있어서, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)이 오목렌즈를 구성하도록, 상기 발광면이 상기 함몰부 벽면으로부터 함몰부 중심으로 갈수록 더 깊이 함몰되어 있는 구조를 가진다.

또한, 상기 광투과성 수지부의 상기 오목렌즈를 구성하는 발광면에 있어서, 수평면과, 상기 오목렌즈 외곽지점으로부터 상기 오목렌즈 중심부를 향하는 가상의 직선 사이의 각도(오목렌즈 각도)가 30도보다는 크며 80도 이하인 것이 바람직하다.

여기서, 상기 오목렌즈 중심에서의 상기 발광면과 상기 본드 와이어의 와이어 루프 끝단 사이의 거리(d)는 1um 내지 1000um 임이 바람직하다.

상기 광투과성 수지부는 그 내부에 형광 물질의 입자들이 분산되어 있어 상기 발광다이오드로부터 방출되는 빛의 적어도 일부를 흡수하여 그와 다른 파장의 빛을 방출하는 것임을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 한 특징에 의한 발광 소자 제조 방법은, 전기적 접속을 위한 복수개의 단자를 갖는 리드 프레임에 발광다이오드 칩을 실장(mount)하는 단계; 상기 금속 단자부와 상기 발광다이오드 칩을 본드 와이어를 통하여 전기적으로 접속하는 단계; 수지를 사용하여 상기 발광다이오드 칩을 밀봉하는 단계; 및 상기 수지를 경화시켜, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)의 적어도 일부가 오목렌즈를 구성하도록 하는 오목렌즈 형성 단계를 포함한다.

바람직하게는 본 발명의 발광 소자 제조 방법은, 적어도 상기 밀봉 단계 이전에, 상기 발광다이오드 칩의 외함을 이루며, 그 하부에 발광 다이오드 칩이 실장되는 함몰부를 가지며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광의 일부를 상기 함몰부 벽면에서 반사하여 외부로 방출시키도록 하는 패키지를 형성하는 단계를 더 포함하며, 상기 밀봉 단계에서는 상기 수지로 상기 함몰부를 채우며, 상기 오목렌즈 형성 단계에서는 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)이 오목렌즈를 구성하도록, 상기 발광면이 상기 함몰부 벽면으로부터 함몰부 중심으로 갈수록 더 깊이 함몰되어 있는 구조를 갖도록 하는 것을 특징으로 한다.

바람직하게는 본 발명의 발광 소자 제조 방법의 상기 밀봉 단계에서, 상기 수지는 액상과 고상이 공존하는 투명 또는 불투명 수지인 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 수지는 기포를 제거하기 위한 제1차 감압 공정 및 진공 자전/공전 혼합 공정을 거쳐 준비된 것이 바람직하다.

또한, 상기 오목렌즈 형성 단계는, 진공 챔버에서의 제2차 감압 공정에 의하여 미세 기포를 제거하는 단계, 및 소정 온도로 가열하여 상기 함몰부 중앙부의 고상 물질을 용해시키는 단계를 포함하며, 나아가서는, 소정 온도로 가열하여 상기 함몰부 내벽에 존재하는 고상 물질을 용해시키는 단계를 더 포함하도록 하는 것이 바람직하다.

바람직하게는, 본 발명의 발광 소자 제조 방법은 상기 수지의 액상 및 고상의 파괴비를 제어하여, 수평면과, 상기 오목렌즈 외곽지점으로부터 상기 오목렌즈 중심부를 향하는 가상의 직선 사이의 각도(오목렌즈 각도)를 30도 이상 80도 이하인 범위에서 제어하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 오목렌즈 형성 단계 이후에, 계면 활성제를 사용하여 상기 발광면 표면을 세정 처리하는 단계를 더 포함하도록 할 수도 있다.

본 발명의 발광 다이오드 소자에 있어서, 발광다이오드 칩은 그 발광층이 직접 천이형 화합물 반도체로 이루어진 것이 바람직하다.

광투과성 수지부로는 에폭시 수지를 사용하는 것이 바람직하며, 본 발명의 발광 다이오드 소자는 상기 광투과성 수지부에 상기 발광다이오드 칩에서 방출된 광의 적어도 일부를 흡수하여 다른 파장의 빛을 방출하는 형광물질이 함유된 것이거나 또는 형광물질이 포함되어 있지 않은 것일 수 있으며, 본 발명은 이러한 발광 다이오드 제조 시, 발광면을 오목렌즈 형태로 형성하고 그 오목렌즈 각도를 조절하는 공정 기술을 통하여 제조된 것임을 주된 특징으로 한다.

트리아진 구조의 에폭시 수지는 투광성, 내광성 및 반응성이 매우 뛰어나며 산무수물과 혼합하여 사용할 경우, 제품의 발광면을 오목렌즈로 형성하는 본 발명의 제조 방법을 적용하여, 수평면과 상기 오목렌즈 외곽지점으로부터 상기 오목렌즈 중심부를 향하는 가상의 직선 사이의 각도(오목렌즈 각도,  $\phi$ , 도 3 참조)를 0도에서 80도까지 제어하는 공정 기술을 통해 최적화하여 발광 효율을 매우 높일 수 있을 뿐만 아니라, 발광경로를 원하는 각도로 조정하는 것이 가능하며, 빛의 반사율을 줄이고 굴절율을 높임으로써 고휘도의 에폭시 수납형 발광 소자를 구현할 수 있다.

또한, 오목렌즈 각도의 조절을 통해 칩과 수지 발광면과의 거리를 최소화하여 외부로의 열 방출을 촉진함으로써 장시간의 사용 시에도 고 신뢰성을 확보 할 수 있으며, 수지 내에서 광이 투과해야 할 경로를 최소화하여 고 투과율의 제품을 구현하는 것이 가능하다.

본 발명의 에폭시 수지 조성물은 상온에서 고상인 트리글리시딜 이소시아말레이트(TGIC) 등과 함께, 시클로헥센 에폭시화물 유도체, 수소화 비스페놀 A 디글리시딜에테르, 헥사하이드로프탈산디글리시딜에테르의 어느 하나 또는 이들 중 하나 이상의 혼합물을 포함하는 것이 바람직하다.

여기서, TGIC는 상온에서 고상이기 때문에 다른 액상 수지와 혼합될 경우 본 발명의 한 특징인 고상과 액상이 공존하는 수지로서 사용되는 것이 가능하다. 또한, TGIC를 50% 이상 사용함으로써 광 열화 진행을 매우 늦출 수 있으며 솔더링(soldering) 시 신뢰성이 매우 우수한 수지 조성물을 얻을 수 있다.

상기 에폭시 수지 조성물은 산무수물 또는 디카르복실산이 에폭시 당량에 대해 0.5~2.0몰의 비율로 혼합되어 있고, 경화 촉매가 에폭시 당량에 대해 0.0001~0.1몰의 비율로(바람직하게는 0.0005~0.05몰의 비율로) 혼합되어 있는 것이 바람직하다.

본 발명의 에폭시 수지 조성물에 사용되는 경화 촉매는 포스포늄 염, 암모늄염, DBU 염, 이미다졸의 어느 하나를 포함하거나, 또는 이들 중 하나 이상의 혼합물을 포함하는 것이 바람직하며, 이들 양이온 촉매는 매우 소량으로도 에폭시 수지와 산무수물간의 반응을 진행시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 에폭시 수지 조성물의 경우 수지는 고상과 액상이 공존하는 조성을 지니는 것을 특징으로 하며, 경화 시 모세관현상 및 갇힘기술과 시간제어, 이하에서 상세히 설명할 수지내 고상의 용해 공정 및 수지 수납부(함몰부)의 표면장력을 이용하여 발광면의 형태를 오목렌즈로 형성시킬 수 있다. 오목렌즈 각도( $\phi$ , 도 3 참조)는 0도에서 80도가 바람직하며, 상기와 같은 렌즈형성을 통해 발광되는 빛의 경로를 제어함으로써 빛의 흡수 및 반사율을 줄이고, 전방으로의 굴절을 극대화하여 발광효율을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라, 빛의 산란 각도를 제어할 수 있고 오목렌즈 각도를 크게 함으로써 빛의 직진성을 우수하게 할 수 있다.

상기와 같은 광 경로 제어 기술을 통해 발광된 빛은 고광량의 광원을 얻도록 할 수 있을 뿐만 아니라, 발광되는 빛이 통과해야 되는 에폭시 수지부의 경로를 최소화함으로써 광 투과율을 더욱더 높일 수 있고 소자에서 발열된 열의 외부로 방출을 용이하게 함으로써 소자 열화 현상을 감소시킴으로써 고 신뢰성의 발광소자를 얻을 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 2는 본 발명의 오목렌즈 발광면을 갖는 발광 소자의 한 실시예를 나타낸다.

본 실시예에 있어서, 발광 소자는, 전기적 접속을 위한 복수개의 단자를 포함하는 금속 단자부(7), 발광다이오드 칩(5), 금속 단자부(7)와 발광다이오드 칩을 전기적으로 접속하는 본드 와이어(4) 및 발광다이오드 칩(5)을 밀봉하는 광투과성 수지부(9)를 포함한다. 발광다이오드 칩(5)은 금속 단자부(7) 위에 다이 본딩 등의 방식에 의해 실장되어 있다. 특히, 상기 광투과성 수지부는 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)이 오목렌즈를 구성하고 있다.

도 2에서는 본 실시예에 있어서의 광 경로(A, B, C)를 도시하였다. 도 1의 종래 기술의 경우에 나타난 광 경로(A, B, C)와 비교하여 보면, A 및 B 경로를 가지는 광의 경우, 종래 기술에서는 벽면(Wa, Wb)에 반사된 후 진행하고 있는 것을 알 수 있으나, 도 2의 본 발명의 실시예의 경우에는 발광면(Sa, Sb)을 통하여 굴절되어 외부로 방출되는 것을 알 수 있다. 광이 벽면(Wa, Wb)에 충돌하고 반사되는 과정에서 많은 손실이 발생할 수 있음은 이미 전술한 바와 같다. 따라서, 본 실시예와 같이 오목렌즈 발광면을 갖도록 할 경우에는 A 및 B 경로를 갖는 광에 있어서 종래 기술에 존재하였던 벽면과의 상호 작용에 의한 손실을 현저히 줄일 수 있게 되는 것이다.

또한, 경로 C를 갖는 광을 살펴보면, 종래 기술의 경우(도 1), 외부로 방출되기까지의 경로가 상대적으로 긴 것을 알 수 있고, 반면에 본 발명의 경우에는 보다 짧은 경로를 통하여 외부로 방출될 수 있게 된다. 그러므로, 경로 C를 갖는 광에 있어서도 수지부(9)를 통과하는 동안에 발생하는 광 손실을 현저히 줄일 수 있다는 장점이 있다.

도 3은 본 발명의 실시예에 있어서, 오목렌즈 각도( $\phi$ )와, 발광면과 와이어 루프 사이의 거리(d)를 나타내는 도면이다.

이하에서 상세히 설명할 본 발명의 발광 소자 제조 방법에 의하여 오목렌즈 각도( $\phi$ )를 조절함으로써 함몰부 내벽(3)에서 발생될 수 있는 빛의 흡수, 산란 및 반사과정에서의 손실을 최대한 줄이고 발광면을 통한 굴절을 극대화 시켜 전방으로의 광 방출효과를 극대화할 수가 있다.

상기 오목렌즈 각도는 0 ~ 80로 제어가 가능하며, 도 5에서는 도 2의 실시예에 있어서, 오목렌즈 각도( $\phi$ )에 따라 방출되는 출력광의 세기(intensity)를 측정하여 상대적으로 비교한 결과를 나타내었다.

도 5의 결과는, 고상과 액상이 공존하는 백색의 에폭시 수지를 가지고 7종류(오목렌즈 각도 각각 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50도)의 발광 소자를 각각 100개씩 제작하여 광투과 효율을 평가한 결과이다. 도 5에 나타난 바와 같이, 오목렌

즈 각도( $\phi$ )가 30도인 경우 평면렌즈보다 출력 광 세기가 20% 향상되었다. 결국, 평면렌즈(0도)보다 오목렌즈 각도( $\phi$ )를 크게 함으로써 전방향으로의 광 방출 효과가 뛰어나게 됨을 알 수 있고, 렌즈 각도가 30도 이상에서는 광 방출 개선 효과가 포화상태가 되는 경향을 보인다.

또한, 오목렌즈 각도( $\phi$ )를 조절하여, 실장된 발광다이오드 칩 상의 와이어 루프(wire loop) 끝단과 발광면 사이의 거리(도 3의 d)를 최소화함으로써 광 투과율을 더욱 높일 수 있고, 발광소자 칩에서 방출되는 열이 효과적으로 외부로 방출되도록 함으로써 발광소자의 장시간 열화 특성을 크게 개선시켜 고 신뢰성의 발광소자를 제조할 수 있다.

상기 오목렌즈 발광면(2)을 갖는 수지부(9)의 형성을 위해 사용되는 고상 및 액상 공존 수지에 대해서는 상술한 바와 같으며, 수지 내에는 무기물계 형광물질, 유기물계 형광물질, 확산제 등을 혼합 시켜서 발광된 빛의 색을 변환할 수도 있다.

도 8은 상기 도 2와 같은 본 발명의 발광 소자를 제조하기 위한 방법의 한 실시예를 설명하는 흐름도이다.

우선 패키징(1)과 금속 베이스부(7)를 결합하고(S10), 발광다이오드 칩(5)을 금속 베이스부(7) 위에 실장한다(S20). 본딩 와이어(4)를 금속 베이스부(7)와 발광다이오드 칩(5)의 본딩 패드 사이에 연결하여 외부와의 전기적 접속을 형성하고(S30), 이와는 별도로 1차 진공 챔버에서의 감압 공정(예를 들어, 압력 100mmHg에서 10분), 진공 자전/공전 혼합 공정으로 점도 특성이 최적화(S40-1)된 상태로 준비한 수지를 함몰부(9)로, 도팅(dotting)등의 방법에 의해, 주입한다(S40).

이후, 경화 과정과 동시에 오목렌즈 형성 과정(S50)이 진행된다. 오목렌즈 형성이 완료된 후에는, 계면 활성제로 오목렌즈 표면을 처리하는 것이 바람직하나(S60), 이 과정은 필수적인 것은 아니다. 발광 소자 제조 시, 예폭시 경화가 끝난 후 발광면 표면은 경면(鏡面)상태이다. 발광면이 평면이든 오목이든 볼록이든 외부의 이물질이나 대기중의 먼지들이 계면에너지 및 정전기로 발광렌즈면 표면에 흡착될 경우에는, 수지 내부로부터 발광되는 빛을 흡수, 제반사 또는 산란을 일으켜 광 투과율을 감소시킴으로써 고 휘도의 발광 소자 제품 제작이 어려워진다.

특히, 발광면이 종래 기술의 경우와 같이 평면이거나 볼록일 경우, 생산라인에서 또는 완제품 실장 시 외부나 대기의 이물질에 직접 노출되어 이러한 광량 감소의 문제가 더욱 심각할 수 있다. 그러나, 본 발명과 같이 오목렌즈형 발광면인 경우는 발광면이 함몰되어 있으므로 외부 이물질에 직접 노출되지 않고, 따라서 발광면 오염 확률이 감소한다. 예폭시 수지의 경화가 완전히 끝난 후 계면 활성제를 이용하여 발광면 표면을 세정함으로써(S60), 발광면 표면의 정전기 및 계면 에너지를 제거하여 외부의 이물질이나 오염물이 흡착되는 것을 막아줌으로써 보다 고효율, 고휘도의 발광 소자 구현이 가능하다.

도 9는 본 발명의 발광 소자 제조 방법의 실시예에서, 오목렌즈 형성 공정을 보다 상세히 설명하는 흐름도이다. 그 각각의 단계에서 발생하는 프로세스를 이해하기 위한 개념도를 도 4a 내지 도 4d에 나타내었다.

우선, 수지 도팅(S40)이 끝난 후(도 4a), 2차 진공 챔버에서의 감압 공정(예를 들어, 50mmHg에서 5분 + 10mmHg에서 5분)으로 상술한 1차 감압 공정에서 제거되지 않은 미세 기포를 제거한다(S51). 이때의 수지 내부 상태는, 도 4a에서 내부에 존재하던 미세 기포들(11)이 진공 챔버 내로 배출되어(경로 V) 도 4b의 상태가 된다.

그 이후, 다른 챔버로 이동하거나 동일한 챔버에서 소정의 적절한 온도(예를 들어, 30분 동안 서서히 90도까지 상승, 이후 90도에서 10분 동안 유지)로 가열하여 수지 중앙부의 고상 물질(12)을 용해시킴으로써(S52), 1차 오목렌즈(2')를 형성한다(도 4c).

이후, 소정의 적절한 온도로 가열(예를 들어, 30분 동안 서서히 150도까지 상승, 이후 150도에서 1시간 동안 유지)하여 수지 수납부(함몰부(9)) 내벽(3)에 존재하는 고상 물질(10)을 용해시켜(S53), 2차 오목렌즈(2)를 형성한다(도 4d).

이와 같이, 형성된 오목렌즈의 각도( $\phi$ )는 1차, 2차 감압 정도와 감압 시간, 진공에서의 자전/공전 혼합공정, 수지의 점도 특성 변화 및 일액형 수지내의 고상과 액상의 부피비를 제어함으로써 0 ~ 80도 범위 내에서 제어가 가능하다.

1차 오목렌즈 형성 단계(S52)에서는, 벽면 근처의 고상 입자들보다 수지 중앙부의 고상 입자들이 먼저 용해되는 데, 이와 같은 현상은 중앙부의 고상 입자에 함유된 휘발성 분자(경화제)는 x, y, z 세 방향으로 공간적 제약이 없이 자유롭게 거동할 수 있는 반면에, 벽면 쪽의 휘발성 분자는 벽면에 의해 거동이 제한되기 때문에 기화될 수 있는 기회를 얻기가 어렵기 때문인 것으로 해석된다.

또한, 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 제조 방법을 통하여 오목렌즈 발광면을 얻는 것이 가능한데, 이는 본 발명의 제조 방법의 각 단계를 통하여 액상 수지와 고상 수지에 존재하는 기포가 제거되고, 특히 고상 수지의 입자간에 존재하는 공극(void)에 함유되어 있던 기포가 고상 수지의 용해과정에서 제거되고, 고상 및 액상 수지에 함유되어 있던 휘발성 분자(경화제)가 경화과정에서 기화되어 합몰부를 채우는 수지의 부피 감소가 일어나기 때문인 것으로 해석된다.

도 6은 본 발명의 실시예(A)와 종래 기술(B,C)의 발광 소자의 경우에 각각 고온, 고습 동작 시험 전, 후의 출력광 세기 변화율을 나타낸 그래프이다.

본 발명을 적용하여 고상과 액상이 공존하는 수지를 사용하는 등의 과정을 거쳐 제작한 오목렌즈 각도 40도의 발광 소자(A)와, 광분산제 및 내광제가 포함된 실리콘 계열의 수지로 제작한 발광 소자(B)와, 광분산제 및 내광제가 포함된 일반 열 경화성 수지로 제작한 발광 소자(C)를 각각 100개씩 제작하였다. 상기 발광 소자 B와 C는 그 발광면이 거의 평면에 가깝게 제작되었다. A, B, C 발광 소자에 사용된 발광다이오드 칩은 모두 광 및 전기적 특성이 같은 것을 사용하였다.

A, B, C 발광 소자 50개를 전기적 특성이 비슷한 것으로 선별하여 수명시험용 지그에 병렬로 장착하여 15mA의 전류를 가하였고, 챔버 내의 환경은 섭씨 60도에 90%습도를 유지하면서 500시간 동안 수명시험을 시행하였다.

도 6에서 볼 수 있듯이, 평면렌즈형태의 발광면을 지닌 일반 열경화성 수지 제품(제품 C)의 경우 초기 광 세기 대비 500시간 후 45%의 광 손실이 발생되었다. 분석결과 이는 열에 의한 발광다이오드 칩의 열화현상과 패키지 내 금속부의 산화 발생에 의한 것으로, 산화물층이 육안으로 확인될 정도로 심하게 형성되었고, 그 결과로 휘도 감소가 심하게 발생하였다.

또한, 제품 B의 경우는 부식이 국부적으로 발생하였고, 마찬가지로 열 방출이 원활하지 않아서 열화현상이 다소 발생되었고 초기대비 광 세기 감소율은 12% 정도였다. 그러나, 본원 발명이 적용된 제품 A의 경우는 고온, 고습 동작이라는 부식 환경 속에서도 패키지 내의 금속부 부식이 전혀 발생하지 않았을 뿐만 아니라, 방출되는 열을 외부로의 발열시키는 효과가 뛰어나 발광다이오드 칩의 열화현상이 나타나지 않았다. 따라서 본원 발명이 적용된 발광 소자의 경우, 위 시험이 시행된 시간 동안에, 초기대비 광 세기 및 전기적 특성 변화는 거의 없었다.

도 7은 본 발명의 실시예(A)와 종래 기술(B,C)의 발광 소자의 경우에 각각 상온 가속 동작 시험 전, 후의 출력광 세기 변화율을 나타낸 그래프이다. 위의 A, B, C 발광 소자 각각 50개를 전기적 특성이 비슷한 것으로 선별하여 수명시험용 지그에 병렬로 장착하여 30mA의 전류를 가하였고, 환경은 섭씨 25도를 유지하면서 500시간동안 가속 수명시험을 시행하였다.

도 7에서 평면렌즈형태의 발광면을 지닌 일반 열경화성 수지 제품(제품 C)의 경우, 500시간 후 초기 광 세기 대비 31%의 광 손실이 발생되었다. 분석 결과, 이는 발광다이오드 칩의 열화현상에 의한 것으로 분석되었고, 심한 휘도 감소가 관측되었다. 또한, 제품 B의 경우 역시 열 방출이 원활하지 않아서 칩의 열화현상이 다소 발생되었고, 초기 대비 11%의 광 세기 감소율을 보였다. 그러나, 본원 발명이 적용된 제품 A의 경우는 열을 외부로 방출시키는 효과가 뛰어나 칩의 열화현상이 보이지 않았고, 초기 대비 광 세기 및 전기적 특성 변화는 7%이내의 변화율을 보였다.

또한, 본원 발명과 같이 고상과 액상이 공존하는 수지를 사용하는 경우, 형광체 입자가 수지 내에 고르게 분포될 수 있고, 그에 따라 전체 수지 내에 걸쳐 고른 광변환 특성을 가지도록 함으로써 광변환 효율을 높임과 동시에, 발광 색의 열록 등을 방지할 수 있음이 관측되었다. 이러한, 효과는 액상 수지 내에 분산되어 있는 고상 수지 입자가 경화과정에서의 형광체 입자의 침전을 저지하는 역할을 수행하여 형광체 입자가 고루 분산된 상태로 경화될 수 있도록 하기 때문이다.

도 10a 및 10b는 표시등 등에 응용되는 본 발명의 발광 소자의 다른 실시예들을 예시한다. 도 10a에 나타난 바와 같이, 형광 물질이 없이 발광다이오드 칩으로부터 나오는 광을 그대로 사용하는 LED라 하더라도, 발광면의 일부(2)가 오목렌즈로 제조되어 있는 경우 상술한 본 발명의 주된 장점 및 특징들을 그대로 포함하게 된다.

또한, 도 10b에 나타난 바와 같이 별도의 패키지를 하지 않고 금속 리드부에 의하여 발광다이오드 칩과 형광체가 분산된 수지를 수납하는 합몰부를 구성한 경우에 있어서도, 본원 발명을 적용하여 발광면(2)을 오목렌즈 형태로 할 경우 역시 상술한 본 발명의 주된 장점 및 특징들을 그대로 포함하게 된다.

도 11은 옥외 전광판용 풀 컬러 LED 에 사용되는 각 화소 소자를 나타낸다. 이러한 화소 소자는 3색을 구현하여 야 하므로 단일의 다이오드 칩을 사용하는 경우에 비하여 단자가 6개가 필요하게 된다. 이러한 경우에도, 본원 발명



을 적용하여 발광면(2)을 오목렌즈 형태로 할 경우 상술한 본원 발명의 주된 장점 및 특징들을 그대로 포함하게 된다.

도 12는 휴대폰 등에 장착되는 후레시 등의 소형 광원에 사용되는 발광 소자의 한 예를 나타낸다. 이러한 소형 광원용 발광 소자는 휘도를 증가시키기 위해 다수의 발광다이오드 칩(예를 들어 A, B, C, D)을 그 내부에 실장하게 된다. 이러한 경우에도, 본원 발명을 적용하여 발광면(2)을 오목렌즈 형태로 할 경우 상술한 본원 발명의 주된 장점 및 특징들을 그대로 포함하게 된다.

이와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

#### 발명의 효과

본 발명에 의하여, 발광 소자의 발광면을 오목렌즈 형태로 형성하고 그 각도를 제어함으로써, 빛 산란 및 흡수를 막고 빛 경로 제어를 통해 고휘도의 발광소자를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 발광다이오드 칩과 발광면사이의 거리를 최소화하여 발광소자에서 문제가 되고 있는 칩의 열화현상을 크게 감소시켜 고 신뢰성 제품을 제공할 수 있고, 오목렌즈 발광면의 계면활성제를 통한 세정을 통해 오염 및 이물질이 많은 환경에서도 발광면을 보호하여 고휘도의 발광소자를 제작할 수 있다.

#### 청구의 범위

##### 청구항 1

전기적 접속을 위한 복수개의 단자를 포함하는 금속 단자부;

하나 이상의 발광다이오드 칩;

상기 금속 단자부와 상기 발광다이오드 칩을 전기적으로 접속하는 본드 와이어; 및

상기 발광다이오드 칩을 밀봉하는 광투과성 수지부를 포함하며,

상기 광투과성 수지부는 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)의 적어도 일부가 오목렌즈를 구성하는 것인 발광 소자.

##### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광다이오드 칩의 외함을 이루며, 그 하부에 발광 다이오드 칩이 실장되는 함몰부를 가지며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광의 일부를 상기 함몰부 벽면에서 반사하여 외부로 방출시키도록 하는 패키지를 더 포함하며,

상기 광투과성 수지부는 상기 함몰부를 채우며,

상기 광투과성 수지부에 있어서, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)이 오목렌즈를 구성하도록, 상기 발광면이 상기 함몰부 벽면으로부터 함몰부 중심으로 갈수록 더 깊이 함몰되어 있는 구조를 가지는 발광 소자.

##### 청구항 3

제1항 내지 제2항의 어느 한 항에 있어서,

상기 광투과성 수지부의 상기 오목렌즈를 구성하는 발광면에 있어서, 수평면과, 상기 오목렌즈 외곽지점으로부터 상기 오목렌즈 중심부를 향하는 가상의 직선 사이의 각도(오목렌즈 각도)가 30도 이상 80도 이하인 발광 소자.

##### 청구항 4

제1항 내지 제2항의 어느 한 항에 있어서,

상기 오목렌즈 중심에서의 상기 발광면과 상기 본드 와이어의 와이어 루프 끝단 사이의 거리(d)는 1um 내지 1000um인 발광 소자.

##### 청구항 5

제1항 내지 제2항의 어느 한 항에 있어서,

상기 광투과성 수지부는 그 내부에 형광 물질의 입자들이 분산되어 있어 상기 발광다이오드로부터 방출되는 빛의 적어도 일부를 흡수하여 그와 다른 파장의 빛을 방출하는 것인 발광 소자.

#### 청구항 6

전기적 접속을 위한 복수개의 단자를 갖는 리드 프레임에 하나 이상의 발광다이오드 칩을 실장(mount)하는 단계;

상기 금속 단자부와 상기 발광다이오드 칩을 본드 와이어를 통하여 전기적으로 접속하는 단계;

수지를 사용하여 상기 발광다이오드 칩을 밀봉하는 단계; 및

상기 수지를 경화시켜, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)의 적어도 일부가 오목렌즈를 구성하도록 하는 오목렌즈 형성 단계를 포함하는 발광 소자 제조 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

적어도 상기 밀봉 단계 이전에, 상기 발광다이오드 칩의 외함을 이루며, 그 하부에 발광 다이오드 칩이 실장되는 함몰부를 가지며, 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출되는 광의 일부를 상기 함몰부 벽면에서 반사하여 외부로 방출시키도록 하는 패키지를 형성하는 단계를 더 포함하며,

상기 밀봉 단계에서는 상기 수지로 상기 함몰부를 채우며,

상기 오목렌즈 형성 단계에서는 상기 발광다이오드 칩으로부터 방출된 빛이 외부로 최종 방출되는 면(발광면)이 오목렌즈를 구성하도록, 상기 발광면이 상기 함몰부 벽면으로부터 함몰부 중심으로 갈수록 더 깊이 함몰되어 있는 구조를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

#### 청구항 8

제6항 내지 제7항의 어느 한 항에 있어서,

상기 밀봉 단계에서, 상기 수지는 액상과 고상이 공존하는 투명 또는 불투명 수지인 것을 특징으로 하는 발광 소자 제조 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 수지는 기포를 제거하기 위한 제1차 감압 공정 및 진공 자전/공전 혼합 공정을 거쳐 준비된 것인 발광 소자 제조 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 오목렌즈 형성 단계는,

진공 챔버에서의 제2차 감압 공정에 의하여 미세 기포를 제거하는 단계, 및

소정 온도로 가열하여 상기 함몰부 중앙부의 고상 물질을 용해시키는 단계를 포함하는 발광 소자 제조 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 오목렌즈 형성 단계는,

소정 온도로 가열하여 상기 함몰부 내벽에 존재하는 고상 물질을 용해시키는 단계를 더 포함하는 발광 소자 제조 방법.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 수지의 액상 및 고상의 부피비를 제어하여, 수평면과, 상기 오목렌즈 외곽지점으로부터 상기 오목렌즈 중심부를 향하는 가상의 직선 사이의 각도(오목렌즈 각도)를 30도 이상 80도 이하인 범위에서 제어하는 것을 특징으로

하는 발광 소자 제조 방법.

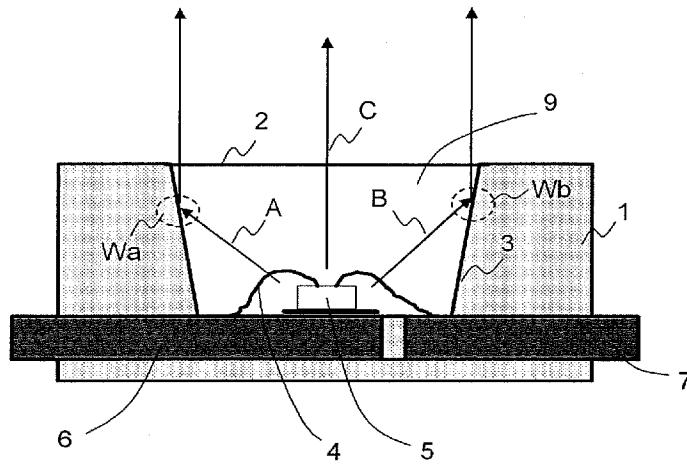
### 청구항 13

제8항에 있어서,

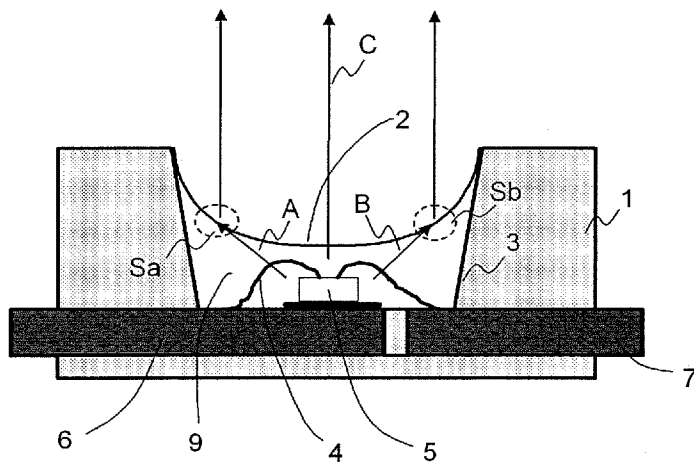
상기 오목렌즈 형성 단계 이후에, 계면 활성제를 사용하여 상기 발광면 표면을 세정 처리하는 단계를 더 포함하는 발광 소자 제조 방법.

도면

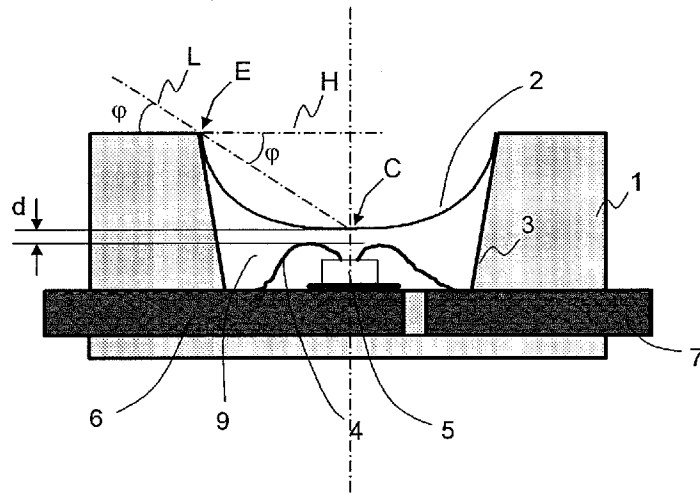
도면1



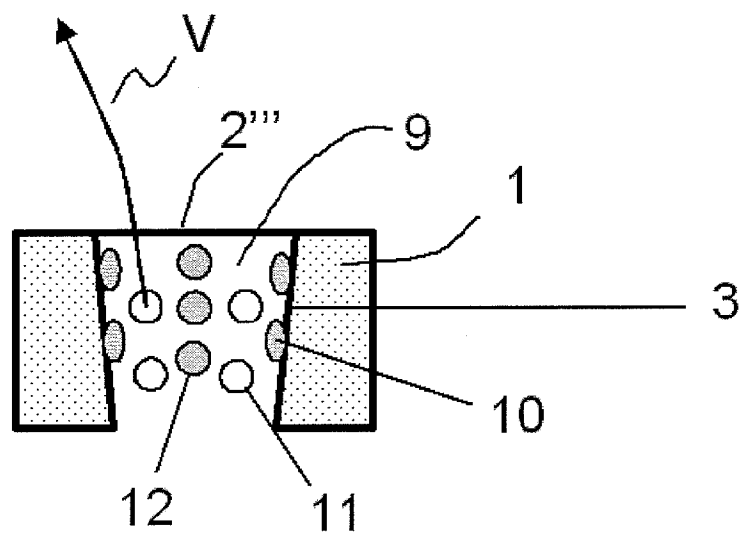
도면2



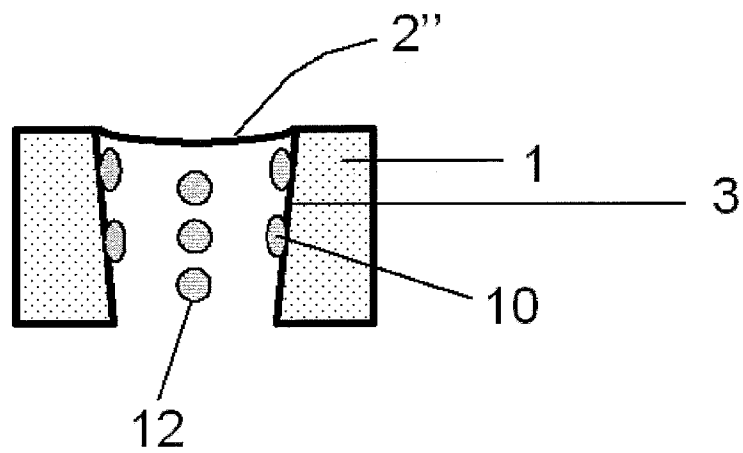
도면3



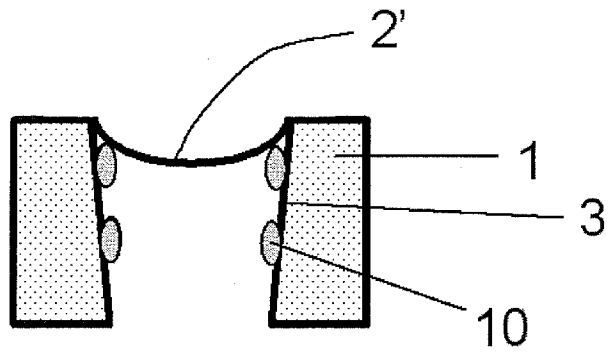
도면4a



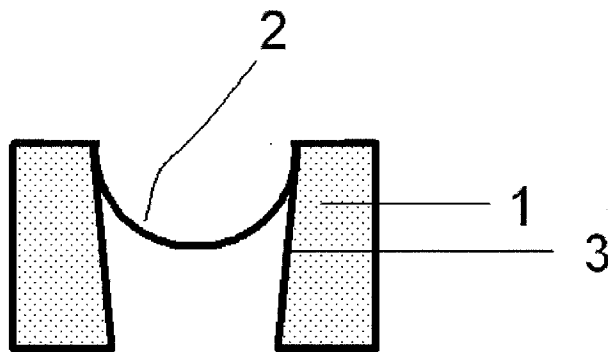
도면4b



도면4c

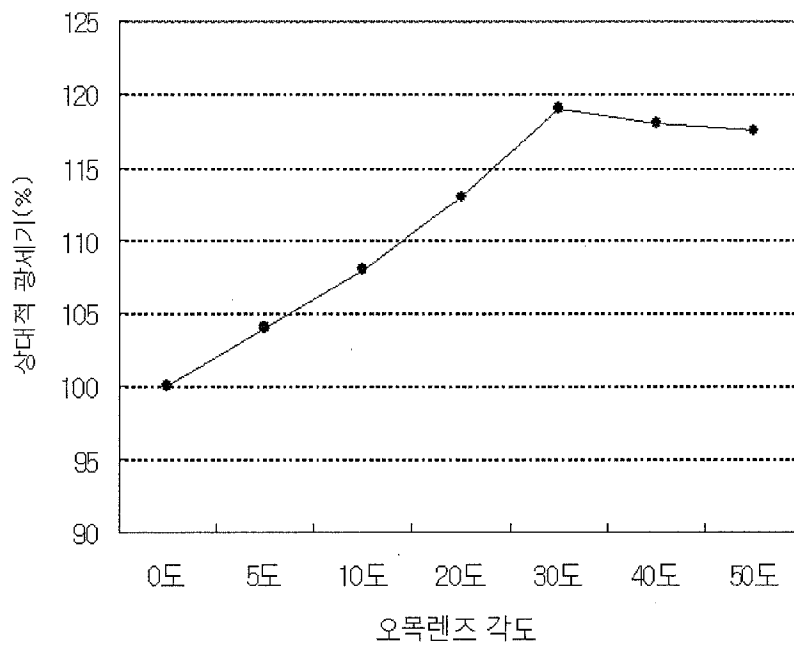


도면4d



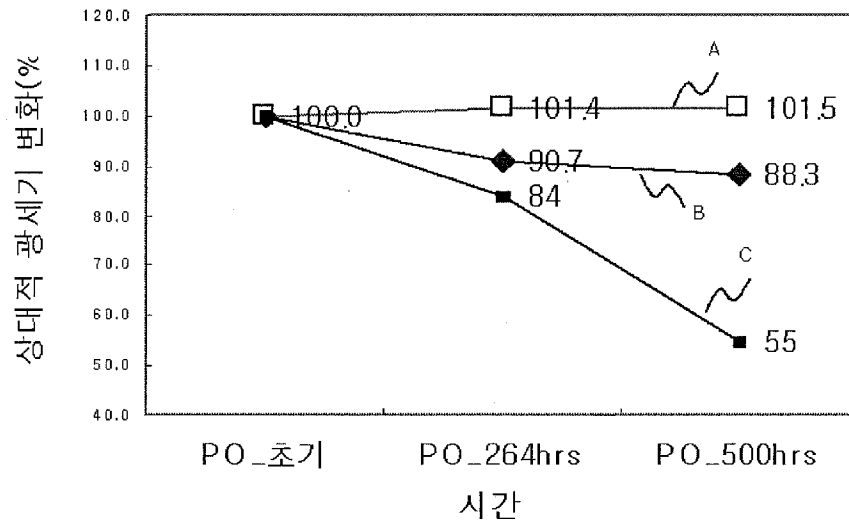
도면5

오목렌즈 각도별 광세기(mW/st)



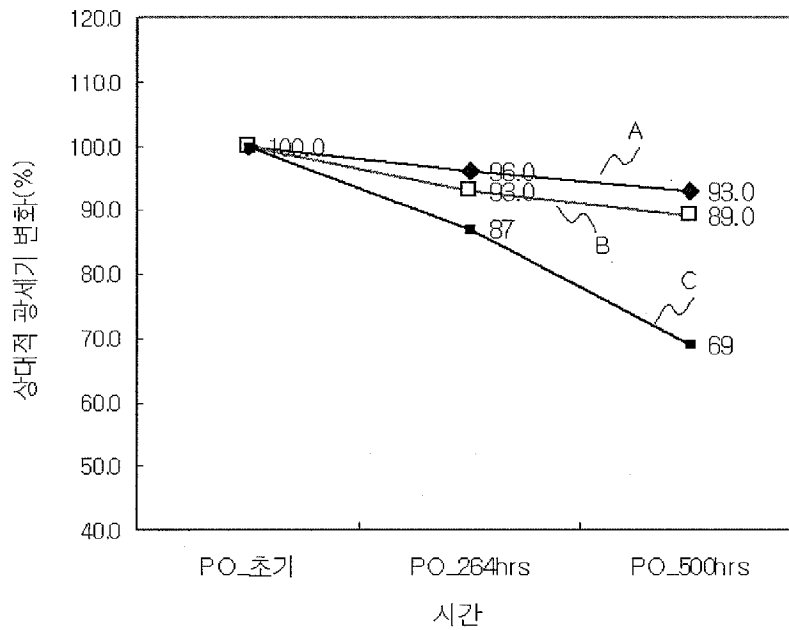
도면6

고온고습동작 시험후 광세기 변화율  
( $I_{cc}=15mA$ ,  $T_a=60$ 도, 습도90%)

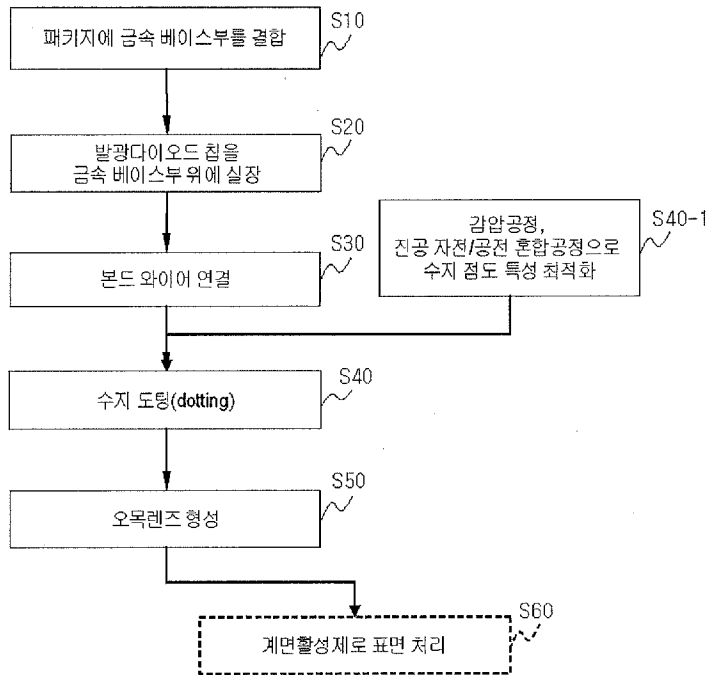


도면7

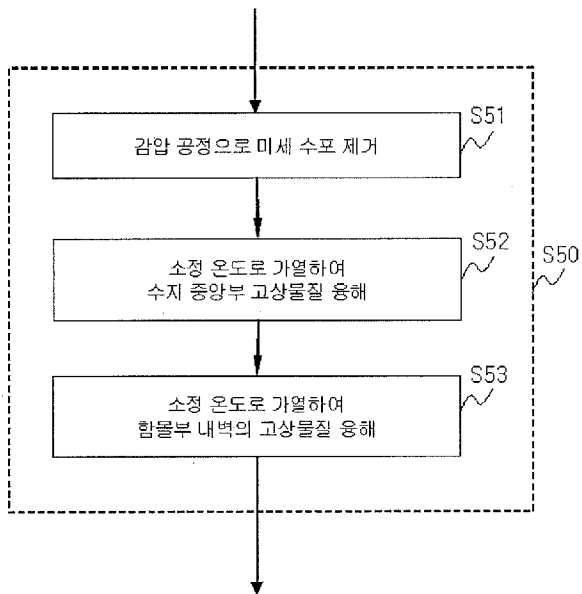
상온가속동작 시험후 광세기 변화율  
( $I_{cc}=30mA$ ,  $T_a=25$ 도)



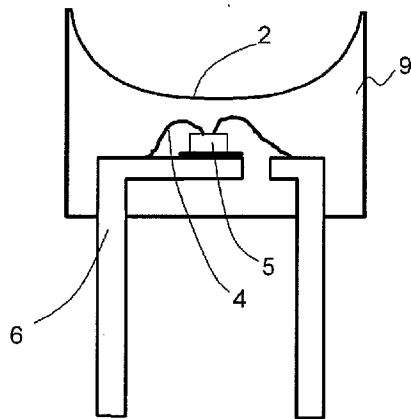
도면8



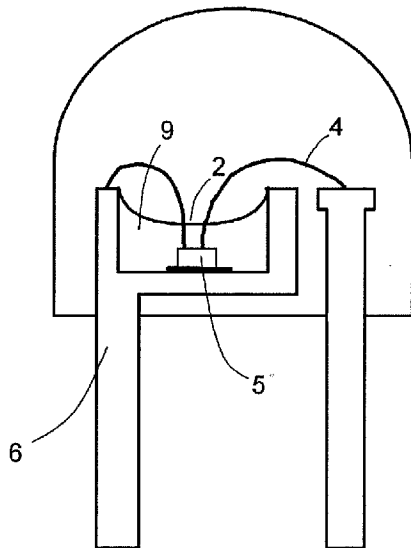
도면9



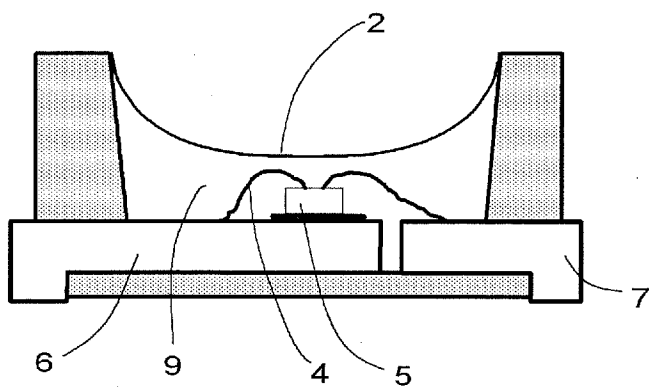
도면10a



도면10b

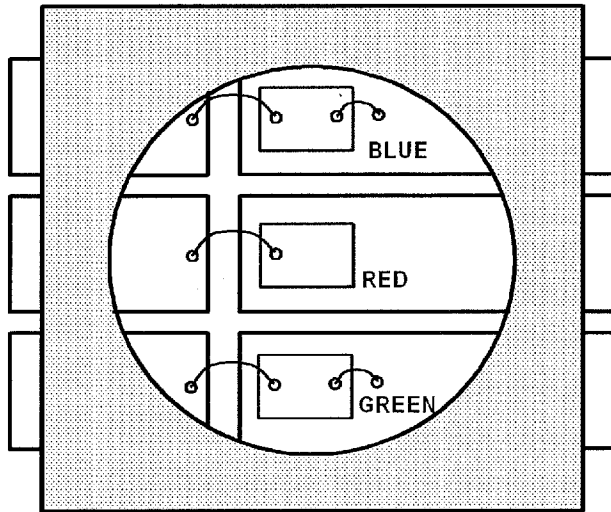


도면11a

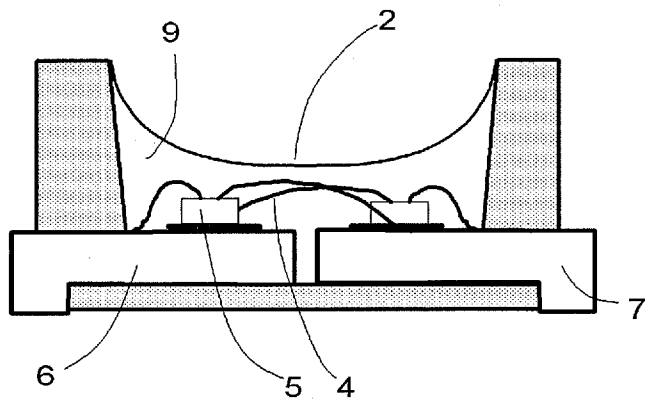




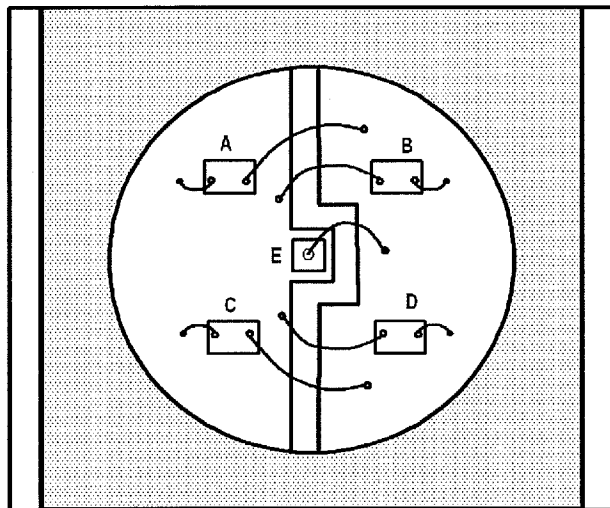
도면11b



도면12a



도면12b



A, B, C, D: Blue LED  
E: Zener Diode